

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**LIGHT EMITTING ELEMENT OF GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR**

Patent Number: JP63188977  
Publication date: 1988-08-04  
Inventor(s): MANABE KATSUhide; others: 04  
Applicant(s): TOYODA GOSEI CO LTD; others: 01  
Requested Patent: ☐ JP63188977  
Application Number: JP19870021124 19870131  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L33/00; H01L21/205  
EC Classification:  
Equivalents: JP2051744C, JP7009999B

**Abstract**

**PURPOSE:** To form I-layer and N-layer electrodes at a plane of the same side by pattern-forming of a silicon dioxide thin film at a principal plane of an N-layer of an N-type gallium nitride compound semiconductor, thereby causing an I-type gallium nitride compound semiconductor to grow selectively with the above silicon dioxide thin film as a mask.

**CONSTITUTION:** An I-type gallium nitride compound semiconductor performs a vapor growth at a principal plane of an N-layer 31 with a silicon dioxide thin film 32 as a mask. A single crystal I-type gallium nitride compound semiconductor 33 grows at a part which is not masked by the silicon dioxide, that is, at a part where the N-layer is exposed, while a single crystal does not grow on the silicon dioxide thin film 32 but a poly-crystal or amorphous phase grows. Such a layer 34 exhibits conductivity larger than that of the I-layer. In only the silicon thin film 32 is formed thin enough to have conductivity, its conductivity layer is used as a lead for the N-layer and then I and N-layer electrodes are easily formed at the same plane.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告 号

特公平7-9999

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)2月1日

(51) IntCl<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00  
21/205

識別記号

庁内整理番号

C 7376-4M

F I

技術表示箇所

発明の数1(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願昭62-21124

(22) 出願日 昭和62年(1987)1月31日

(65) 公開番号 特開昭63-188977

(43) 公開日 昭和63年(1988)8月4日

(71) 出願人 999999999

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1  
番地

(71) 出願人 999999999

名古屋大学長

愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)

(72) 発明者 真部 勝英

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

(72) 発明者 岡崎 伸夫

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑1  
番地 豊田合成株式会社内

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

審査官 恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板と、

前記サファイア基板上に形成されたバッファ層と、

前記バッファ層上に形成されたN型の窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ;  $x=0$  を含む) からなるN層と、

前記N層の主面に電流が通過できる程度に極めて薄くパターン形成された二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 薄膜と、

前記二酸化シリコン薄膜がパターン形成された前記N層の上に不純物をドーピングして選択成長され、該N層に接合するI型の窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ;  $x=0$  を含む) からなるI層と、

前記二酸化シリコン薄膜の上に前記I層の成長と同時に形成され、該二酸化シリコン薄膜に接合する非単結晶の導電層と、

前記I層と前記導電層の表面に、それぞれ、接合する電極層と

を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記二酸化シリコン薄膜の厚さは約100Åであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造に関する。

【従来技術】

従来、有機金属化合物気相成長法(以下「MOVPE」と記す)を用いて、窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ;  $x=0$  を含む) 薄膜をサファイア基板上に気相成長させた構造の発光素子が研究されている。

R007443

この発光素子は第5図に示すように、サファイア基板1の上にN型のGa<sub>1-x</sub>Nから成るN層2とその上に亜鉛をドーピングして形成されたI型のGa<sub>1-x</sub>Nから成るI層3とを形成し、I層3の上面に電極5とN層2の側面に電極6とを形成したものである。

#### 【発明が解決しようとする問題点】

このように、発光素子はサファイア基板を用いているため、電極6の位置がN層2の側面になり、製造が困難であるという問題がある。

また、N層2の電極をI層3の電極5と同一面に形成する場合には、所定のパターンに蒸着された絶縁膜をマスクにしてI層を選択的に形成した後、絶縁膜を除去して露出したN層に電極を形成する試みがなされている。

しかし、絶縁膜をマスクにしたI層の選択成長が行い難いという問題があり、絶縁膜上にもI層が形成されるため絶縁膜のみ除去することに困難性があった。

本発明は、上記の問題点を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造を容易にすることである。

#### 【問題点を解決するための手段】

上記問題点を解決するための発明の構成は、サファイア基板と、サファイア基板上に形成されたバッファ層と、バッファ層上に形成されたN型の窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ;  $x=0$ を含む) からなるN層と、N層の主面に電流が通過できる程度に極めて薄くパターン形成された二酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) 薄膜と、二酸化シリコン薄膜がパターン形成されたN層の上に不純物をドーピングして選択成長され、該N層に接合するI型の窒化ガリウム系化合物半導体 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ;  $x=0$ を含む) からなるI層と、二酸化シリコン薄膜の上にI層の成長と同時に形成され、該二酸化シリコン薄膜に接合する非単結晶の導電層と、I層と前記導電層の表面に、それぞれ、接合する電極層とを設けたことである。

#### 【作用】

サファイア基板上にバッファ層を形成し、そのバッファ層上にGa<sub>1-x</sub>NのN層を形成する。そして、そのN層の主面に電流が通過できる程度に極めて薄くパターン形成された二酸化シリコン薄膜をマスクとして、I型の窒化ガリウム系化合物半導体を気相成長させると、二酸化シリコン薄膜によりマスクされていない部分、即ち、N層が露出した部分には単結晶のI型の窒化ガリウム系化合物半導体が成長するが、二酸化シリコン薄膜上には単結晶は成長せず多結晶又はアモルファスとなることが実験により判明した。そして、この二酸化シリコン薄膜上に成長した非単結晶の窒化ガリウム系化合物半導体から成る層(導電層)は単結晶のI層より導電性を示すので、二酸化シリコン薄膜を導電性を有する程に薄く形成すれば、その導電層をN層に対するリードとすることができる。したがって、上記のような二酸化シリコン薄膜に対する窒化ガリウム系化合物半導体の選択成長性を利用すれば、

I層の電極とN層の電極を同一面に容易に形成することが出来る。尚、N層からの電流は上記の二酸化シリコン膜を通過して、導電層に至る。

#### 【実施例】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。第1図は本発明の具体的な一実施例に係る気相成長装置の構成を示した断面図である。石英反応管21で囲われた反応室20では、サセプタ22が操作棒23に支持されており、そのサセプタ22は操作棒23によって位置の調整が行われる。また、サセプタ22の主面にはサファイア基板24が配設されている。尚、8は高周波コイルであり、サファイア基板24を加熱するためのものである。

一方、反応室20のガスの流入側には、第1反応ガス管25と第2反応ガス管26とが配設されている。第1反応ガス管25は第2反応ガス管26と同心状に、第2反応ガス管26の内部に配設されている。その第1反応ガス管25は第1マニホールド27に接続され、第2反応ガス管26は第2マニホールド28に接続されている。そして、第1マニホールド27にはNH<sub>3</sub>の供給系統Hとキャリアガスの供給系統Iとトリメチルガリウム(以下「TMG」と記す)の供給系統Jとトリメチルアルミニウム(以下「TMA」と記す)の供給系統Kとが接続され、第2マニホールド28にはキャリアガスの供給系統Lとジエチル亜鉛(以下「DEZ」と記す)の供給系統Mとが接続されている。

このような装置構成により、第1反応ガス管25の開口部25aから、NH<sub>3</sub>とTMGとTMAとH<sub>2</sub>との混合ガスが反応室20に流出し、第2反応ガス管26の開口部26aから、DEZとH<sub>2</sub>との混合ガスが反応室20に流出する。

N型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N薄膜を形成する場合には、第1反応ガス管25だけから混合ガスを流出させれば良く、I型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N薄膜を形成する場合には、第1反応ガス管25と第2反応ガス管26とからそれぞれの混合ガスを流出させれば良い。I型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N薄膜を形成する場合には、ドーパントガスであるDEZは第1反応ガス管25から流出する反応ガスとサファイア基板24の近辺の反応室20aで初めて混合されることになる。そして、DEZはサファイア基板24に吹き付けられ熱分解し、ドーパント元素は成長するAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Nにドーピングされて、I型のAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Nが得られる。この場合、第1反応ガス管25と第2反応ガス管26とで分離して、反応ガスとドーパントガスがサファイア基板24の付近の反応室20aまで導かれるので、従来装置で生じるガスの導入管におけるDEZとTMG又はTMAとの反応が抑制されるため、良好なドーピングが行われる。

尚、サセプタ22の反応ガスの流れる方向Xに対する傾斜角θは、45度に構成されている。このように傾斜させることにより、サセプタ22をガス流に対し直角に構成した場合に比べて良好な結晶が得られた。

次に本装置を用いて、第2図に示す構成の発光ダイオードを作成する方法を説明する。

まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄した (0001) 面を主面とする単結晶のサファイア基板24をサセプタ22に装着する。次に、 $H_2$ を0.3l/分で、第1反応ガス管25及び第2反応ガス管26から反応室20に流しながら温度1100℃でサファイア基板24を気相エッチングした。次に温度を950℃まで低下させて、第1反応ガス管25から $H_2$ を3l/分、 $NH_3$ を2l/分、TMAを $7 \times 10^{-6}$ モル/分で供給して1分間熱処理し。この熱処理により、AlNのバッファ層30が約0.1 $\mu$ mの厚さに形成された。1分経過した時にTMAの供給を停止して、サファイア基板24の温度を970℃に保持し、第1反応ガス管25から $H_2$ を2.5l/分、 $NH_3$ を1.5l/分、TMGを $1.7 \times 10^{-6}$ モル/分で60分間供給し、膜厚約7 $\mu$ mのN型のGa<sub>1-x</sub>Nから成るN層31を形成した。次に、そのサファイア基板24を反応室20から取り出し、N層31の主面にホトレジストを塗布して所定パターンのマスクを使って露光した後エッチングを行って所定パターンのホトレジストを得た。次に、このホトレジストをマスクにして膜厚100Å程度のSiO<sub>2</sub>膜32をパターン形成した。その後、ホトレジストを除去しSiO<sub>2</sub>膜32のみがパターン形成されたサファイア基板24を洗浄後、再度、サセプタ22に装着し気相エッチングした。そして、サファイア基板24の温度を970℃に保持し、第1反応ガス管25からは、 $H_2$ を2.5l/分、 $NH_3$ を1.5l/分、TMGを $1.7 \times 10^{-6}$ モル/分供給し、第2反応ガス管26からは、DEZを $5 \times 10^{-6}$ モル/分で5分間供給して、I型のGa<sub>1-x</sub>Nから成るI層33を膜厚1.0 $\mu$ mに形成した。この時、Ga<sub>1-x</sub>Nの露出している部分は、単結晶のI型のGa<sub>1-x</sub>Nが成長しI層33が得られるが、SiO<sub>2</sub>膜32の上には多結晶のGa<sub>1-x</sub>Nから成る導電層34が形成される。その後、反応室20からサファイア基板24を取り出し、I層33と導電層34の上にアルミニウム電極35、36を蒸着し、サファイア基板24を所定の大きさにカットして発光ダイオードを形成した。この場合、電極35はI層33の電極となり、電極36は導電層34と極めて薄いSiO<sub>2</sub>膜32を介してN層31の電極となる。そして、I層33をN層31に対し正電位とすることにより、接合面から光が発光する。

N層31の上に成長したI層33の断面の顕微鏡写真を第3図(a)に、高エネルギー電子線による反射回折法(RHEED)の結果を示す写真を第4図(a)に示す。また、SiO<sub>2</sub>膜32に成長した導電層34の顕微鏡写真を第3図(b)に、RHEEDの結果を示す写真を第4図(b)に示す。これらの写真から分るように、N型のGa<sub>1-x</sub>Nの上に

は、単結晶のGa<sub>1-x</sub>Nが成長しており、SiO<sub>2</sub>膜の上には多結晶のGa<sub>1-x</sub>Nが成長している。そして、この多結晶のGa<sub>1-x</sub>Nは単結晶のI型のGa<sub>1-x</sub>Nに比べ高い導電性を有し、導電層34となりN層31に対するリードとなる。

また、Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>N系の発光ダイオードを形成するには、N層31とI層33とを形成する場合に、第1反応管25からTMAを所定割合で流せば良い。例えば、第1反応ガス管25からサファイア基板24の温度を1105℃に保持し、 $H_2$ を3l/分、 $NH_3$ を2l/分、TMAを $7.2 \times 10^{-6}$ モル/分、TMGを $1.7 \times 10^{-6}$ モル/分で供給し、第2反応ガス管26からDEZを $5 \times 10^{-6}$ モル/分で供給することにより、 $X=0.3$ のI型のAl<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>N系半導体薄膜が得られる。

#### 【発明の効果】

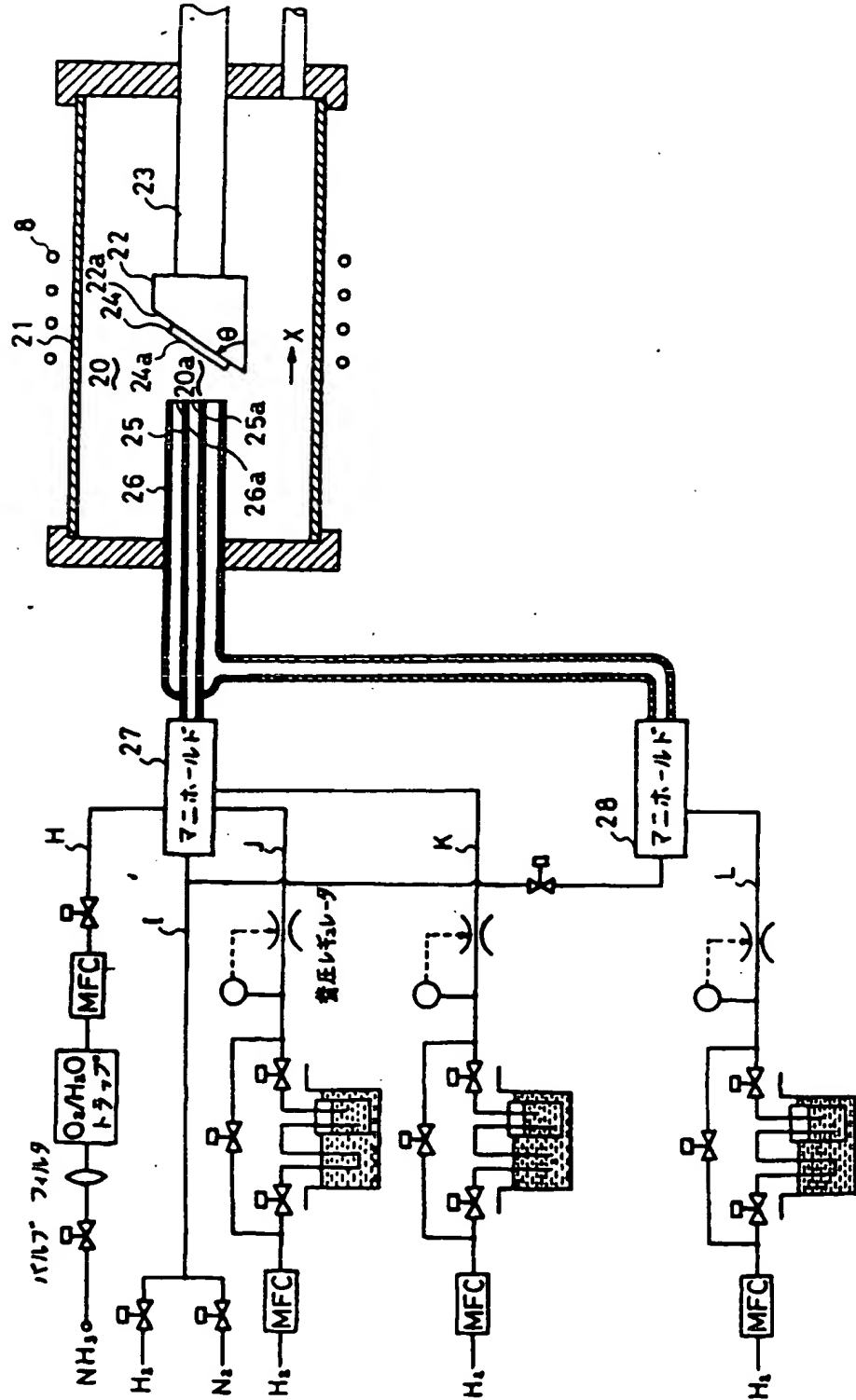
本発明はN型の窒化ガリウム系化合物半導体のサファイア基板上にバッファ層を成長させて、そのバッファ層の上にN層を形成し、そのN層の主面に電流が流れる程度に極めて薄い二酸化シリコン薄膜をパターン形成した後、二酸化シリコン薄膜をマスクにしてI型の窒化ガリウム系化合物半導体を選択成長させて単結晶のI層と、二酸化シリコン薄膜上に非単結晶の導電層を形成している。従って、N層からの電流は極めて薄い二酸化シリコン膜を通過し、導電層へと流れる。よって、導電層の表面と、I層の表面とに、それぞれ、接合する電極を形成することが可能となり、電極を同一面に形成することができ発光素子の製造が簡単になるという効果を有している。

#### 【図面の簡単な説明】

第1図は本発明の具体的な一実施例に係る気相成長装置の構成を示した構成図。第2図はその装置で製造される発光ダイオードの構成を示した構成図。第3図はN層及びSiO<sub>2</sub>膜上に成長したGa<sub>1-x</sub>Nの層の顕微鏡による結晶の構造を示した写真。第4図はN層及びSiO<sub>2</sub>膜上に成長したGa<sub>1-x</sub>Nの層のRHEEDによる結晶の構造を示した写真。第5図は従来の発光素子の構造を示した構成図である。

20…反応室、21…石英反応管、22…サセプタ、23…制御棒、24…サファイア基板、25…第1反応ガス管、26…第2反応ガス管、27…第1マニホールド、28…第2マニホールド、30…バッファ層、31…N層、32…SiO<sub>2</sub>膜、33…I層、34…導電層、35、36…電極、H… $NH_3$ の供給系統、I…キャリアガスの供給系統、J…TMGの供給系統、K…TMAの供給系統、L…DEZの供給系統

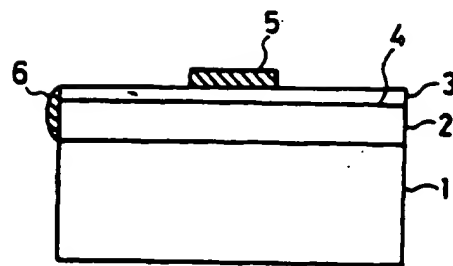
【第 1 図】



【第 2 図】

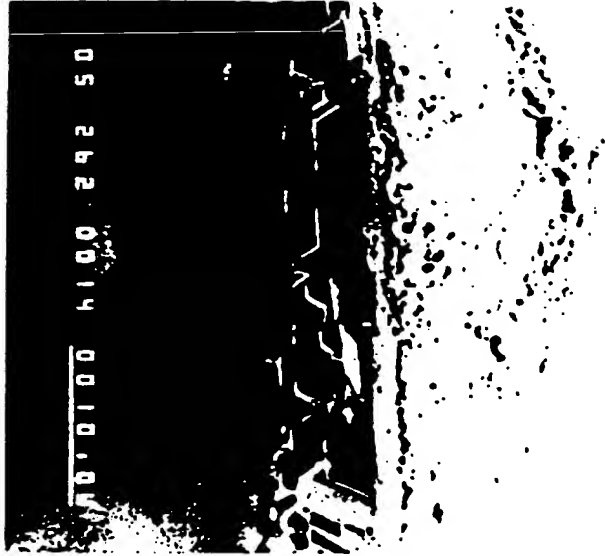


【第 5 図】

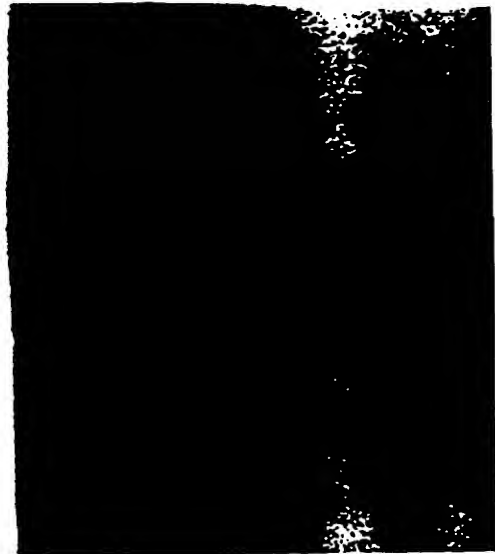


【第3図】

(b)



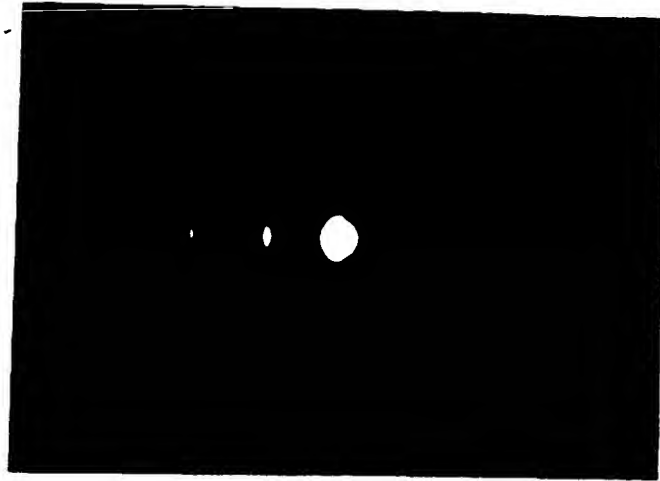
(a)



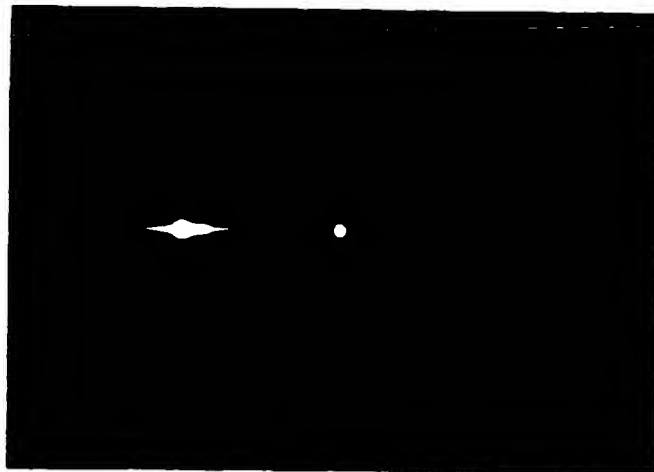


【第 4 図】

(b)



(a)



フロントページの続き

(72)発明者 赤崎 勇  
愛知県名古屋市千種区不老町 (番地なし)  
名古屋大学内

(72)発明者 平松 和政  
愛知県名古屋市千種区不老町 (番地なし)  
名古屋大学内

R007449

(72) 発明者 天野 浩

愛知県名古屋市千種区不老町 (番地なし)  
名古屋大学内

(56) 参考文献 特公 昭61-38875 ( J P. B 2 )

特公 昭60-16758 ( J P. B 2 )